

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Křižovatka silnic I/11 a I/68 v Neborech

Intersectin of roads I/11 a I/68 in Neborech

Student:

Adam Bystrianský

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Ivan Fencel Ph.D.

Ostrava 2016

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra dopravního stavitelství

Zadání bakalářské práce

Student: **Adam Bystrianský**
Studijní program: **B3607 Stavební inženýrství**
Studijní obor: **3607R042 Dopravní inženýrství**
Téma: **Křižovatka silnic I/11 a I/68 v Neborech**
Intersection of roads I/11 a I/68 in Neborech
Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je analyzovat bezpečnost silničního provozu na křižovatce silnic I/11 a I/68 v Neborech a vhodnost současného uspořádání. Práce bude obsahovat:

1. Analýzu bezpečnosti provozu na křižovatce
2. Dopravní průzkumy (průzkum intenzit, směrový průzkum, analýzu dopravní nehodovosti s využitím video záznamu atp.)
3. Kapacitní výpočty
4. Návrh úprav v min. dvou variantách
5. Multikriteriální zhodnocení variant
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

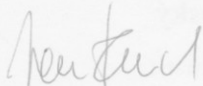
- [1] Folprecht, Jan; Křivda, Vladislav. Organizace a řízení dopravy I. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2006. 158 s. ISBN 80-248-1030-1
- [2] Křivda, Vladislav. Organizace a řízení dopravy II. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2009. 154 s. ISBN 978-80-248-2123-8
- [3] TP 81 Navrhování světelných signalizačních zařízení na pozemních komunikacích: Technické podmínky. 2. vyd. Brno: CDV Brno, 2006, 124 s. ISBN 80-86502-30-9.
- [4] TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích: Technické podmínky. Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 2005, 54 s.
- [5] TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovňových křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2007, 64 s. ISBN 978-80-902527-6-9.
- [6] TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 56 s. ISBN 978-80-87394-02-01.
- [7] TP 235 Posuzování kapacity světelně řízených křižovatek: Technické podmínky. Liberec: EDIP, 2011, 52 s. ISBN 978-80-87394-03-8.
- [8] ČSN 73 6102. Projektování křižovatek na pozemních komunikacích (vč. změn)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

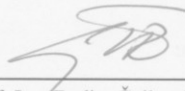
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Fencí, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016



Ing. Ivan Fencí, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

...2.5.2016...

.....*Bystranek*.....

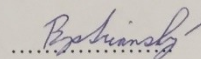
podpis studenta

Prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

2.5.2016



Podpis studenta

Anotace

BYSTRIANSKÝ, Adam. *Křižovatka silnic I/11 a I/68 v Neborech*. Bakalářská práce. VŠB - TU Ostrava, Fakulta stavební, 2016, 49 S. Vedoucí bakalářské práce Ing. Ivan Fencel, Ph.D.

Cílem práce je analyzovat bezpečnost provozu na křižovatce silnic I/11 a I/68 v Neborech a vhodnost současného uspořádání. Mezi hlavní problémy patří nepřehlednost křižovatky a kapacita křižovatky. Práce obsahuje popis stávajícího stavu, posouzení nehodovosti, videoanalýzu konfliktních situací, dopravní průzkumy, kapacitní výpočty a návrh dvou způsobů řešení. V poslední části jsou vytvořeny simulace křižovatky v programu PTV VISSIM.

Anotation

BYSTRIANSKÝ, Adam. *Intersection of roads silnic I/11 and I/68 in Nebory*. Bachelor thesis. VŠB - TU Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2016, 49 p. Supervisor Ing. Ivan Fencel, Ph.D.

Task of the thesis is analyze traffic safety at the intersection of roads I/11 and I/68 in Nebory and appropriateness of the current arrangement. The main problems include confusing intersection and intersection capacity. The thesis contains a description of the current situation, the assessment of accidents, video analysis of conflict situations, traffic surveys, capacity analysis and shows two solutions. In the last part there are simulations in program PTV VISSIM.

Klíčová slova

bezpečnost; křižovatka; Nebory; intenzita dopravy; videoanalýza; nehodovost

Key words

safety; intersection; Nebory; traffic intensity; video analysis; accidents

Obsah

1. Úvod.....	1
1.1 Popis lokality	1
1.2 Stručný popis křižovatky	2
1.3 Popis silnic I/11 a I/68	3
1.4 Zjištěné problémy na křižovatce.....	4
2. Nehodovost	6
3. Videoanalýza konfliktních situací.....	7
3.1 Vysvětlení metody	7
3.2 Pořízení záznamu.....	7
3.3 Rozdělení konfliktních situací	7
3.4 Označování konfliktních situací	8
3.5 Vyhodnocení videoanalýzy konfliktních situací	9
3.6 Ukazatel relativní konfliktnosti	11
4. Dopravně – inženýrský průzkum.....	12
4.1 Popis průzkumu a stanoviště	12
4.2 Označení ramen křižovatky	13
4.3 Označení dopravních proudů na křižovatce	14
4.4. Intenzity dopravy.....	15
4.5. Stanovení špičkové hodiny	16
5. Kapacitní posouzení křižovatky dle TP 188	17
5.1 Přepočtená vozidla.....	17
5.2 Stupně podřazenosti dopravních proudů	18
5.3 Rozhodující intenzity.....	18
5.4 Určení kritických mezer	19
5.5 Následné mezery.....	19
5.6 Základní kapacita dopravního proudu	20

5.7 Kapacita dopravního proudu	20
5.8 Rezerva kapacity.....	21
5.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy	21
5.10 Délka fronty na vjezdech.....	22
5.11 Zhodnocení výsledků.....	23
6. Kapacitní posouzení křižovatky dle TP188 – Rok 2035	24
6.1 Stupně podřazenosti dopravních proudů	24
6.2 Rozhodující intenzity.....	25
6.3 Určení kritických mezer	26
6.4 Následné mezery.....	26
6.5 Základní kapacita dopravního proudu	27
6.6 Kapacita dopravního proudu	27
6.7 Rezerva kapacity.....	28
6.8 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy	28
6.9 Délka fronty na vjezdech.....	29
6.10 Zhodnocení výsledků.....	30
7. Úprava č.1 – Zalomená přednost	31
7.1 Kapacitní posouzení křižovatky dle TP188.....	31
7.2 Stupně podřazenosti dopravních proudů	31
7.3 Rozhodující intenzity.....	32
7.4 Určení kritických mezer	32
7.5 Následné mezery.....	33
7.6 Základní kapacita dopravního proudu	33
7.7 Kapacita dopravního proudu	34
7.8 Rezerva kapacity.....	34
7.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy	35
7.10 Délka fronty na vjezdech.....	36

7.11 Zhodnocení výsledků.....	37
8. Úprava č.2 – Okružní křižovatka	38
8.1 Přepočet vozidel	38
8.2 Intenzita na okružním páse	38
8.3 Kapacitní posouzení vjezdů a výjezdů	39
8.4 Zhodnocení výsledků.....	44
9. Simulace v programu PTV VISSIM.....	45
10. Závěr.....	47
11. Seznam použité literatury.....	48
Seznam výkresů	

Použité zkratky

JDVM	Jednotná dopravní vektorová mapa
KS	Konfliktní situace
PK	Pozemní komunikace
TP	Technické podmínky
UKD	Úroveň kvality dopravy

Seznam veličin

a_v	stupeň vytížení [-]
b	vzdálenost mezi kolizními body
C	kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
C_e	kapacita výjezdu [pvoz/h]
C_i	kapacita vjezdu [pvoz/h]
C_n	základní kapacita jízdního pruhu [pvoz/h]
G_n	základní kapacita dopravního proudu [pvoz/h]
I	intenzita dopravního proudu [pvoz/h]
I_H	rozhodující intenzita nadřazených proudů [pvoz/h]
I_k	intenzita dopravy na okružním páse [pvoz/h]
I_n	intenzita dopravního proudu (n) [pvoz/h]
n_e	počet jízdních pruhů na výjezdu [-]
$n_{e,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na výjezdu [-]
n_i	počet jízdních pruhů na vjezdu [-]

$n_{i,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na vjezdu [-]
n_k	počet jízdnic pruhů na okružním páse [-]
$N_{95\%}$	délka fronty [m]
Rez	rezerva kapacity [pvoz/h]
R_e	poloměr výjezdu [m]
R_i	poloměr vjezdu [m]
t_f	následná mezera [s]
t_g	kritická mezera [s]
t_w	střední doba zdržení [s]
$V_{85\%}$	rychlost kterou nepřekračuje 85% vozidel [km/h]

1. Úvod

1.1 Popis lokality

Křižovatka leží v Třinci, konkrétně v části města Nebory. Nebory byly k Třinci přičleněny v roce 1980 a rozkládají se na pouhých 6,46 kilometrech čtverečních. Patří do okresu Frýdek – Místek v Moravskoslezském kraji. K 1.1.2015 byl počet obyvatel Třince 35 884. Po Jablunkovu je Třinec druhým nejvýchodnějším městem České republiky.



Obr.1: Mapa širších vztahů [1]

1.2 Stručný popis křižovatky

Křižovatka je tříramenná, styková, světelně neřízená a je vedena v intravilánu. Křižovatka není ovlivněna chodci, protože v její blízkosti se nenachází přechod pro chodce ani místo pro přecházení. Křižovátku tvoří místní komunikace I/11 vedoucí od Českého Těšína do Trčince a místní komunikace I/68, která se připojuje ze směru od obce Hnojník. Silnice I/11 je vedena jako hlavní pozemní komunikace a silnice I/68 je tedy vedlejší PK. Křižovatka je využívána osobní a ze značné části i nákladní dopravou.



Obr.2: Křižovatka silnic I/11 a I/68 [1]

1.3 Popis silnic I/11 a I/68

Silnice I/11 je důležitou tepnou silniční sítí ČR. Táhne se od Hradce Králové přes Ostravu, Český Těšín, Třinec až na státní hranici se Slovenskou republikou.



Obr.3: Mapa s vyznačením silnice silnic I/11 [2]

Silnice I/68 je krátký úsek pouhých 8,42 km, který spojuje Horní Tošanovice a Nebory.



Obr.4: Mapa s vyznačením Silnice I/68 [1]

1.4 Zjištěné problémy na křižovatce

Během dopravního průzkumu jsem zaznamenal 3 hlavní problémy. Nejzávažnějším je pravděpodobně přehlednost křižovatky, kterou zhoršuje rodinný dům a hlavně nedostatečné vodorovné dopravní značení. Na obrázku č.5, můžete vidět výhled řidiče z vozidla, které přijíždí po silnici I/11 ze směru od Třince a musí dávat přednost vozidlům jedoucím od Českého Těšína při odbočování vlevo.



Obr.5: Výhled z vozidla na křižovatku ze směru od Třince

Dalším závažným problémem je nedostatečné vodorovné dopravní značení. To způsobuje zmatek při řazení vozidel a při projíždění vozidel křižovatkou. Vodorovné dopravní značení můžete vidět na obrázku č.6. Třetím problémem je vedení hlavní komunikace od Třince do Českého Těšína, což způsobuje kapacitní problémy, protože intenzita dopravy je nejvyšší mezi Třincem a obcí Hnojník. Je tomu tak od doby, kdy se silnice I/68 připojila k dálnici mezi Frýdkem-Místkem a Českým Těšínem.



Obr.6: Fotografie nedostatečného vodorovného značení

2. Nehodovost

Informace o nehodovosti jsem získal ze serveru www.jdvm.cz v záložce statistické vyhodnocení nehod v mapě. Všechny dopravní nehody od roku 2008 nahlášené Policií ČR jsou v mapě zaznamenány červenými body.



Obr.7: Nehody v mapě [3]

V mapě je zaznamenáno 18 dopravních nehod. Při třech z nich byla zhoršena viditelnost. V jednom případě se jednalo o sníh a ve dvou případech o déšť. Při jedné dopravní nehodě došlo k těžkému zranění a u dvou nehod k lehkým zraněním. Ostatní nehody byly bez zranění.

Nejčastěji se jednalo o srážku s nekolejovým vozidlem a to patnáctkrát. Tříkrát došlo k nárazu do pevné překážky (svodidlo). Alkohol byl přítomen u jedné z nehod.

Z obrázku č.7 můžeme vidět, že většina dopravních nehod se stala uprostřed křižovatky a došlo u nich ke srážce s nekolejovým vozidlem. Tyto nehody s vysokou pravděpodobností způsobily problémy, které jsem zmiňoval (rozhledové poměry a nevhodně zvolená hlavní komunikace).

3. Videoanalýza konfliktních situací

3.1 Vysvětlení metody

Celý název videoanalýzy konfliktních situací je: Sledování a hodnocení chování účastníku silniční dopravy pomocí video aparatury [4]

Jedná se o zaznamenání daného úseku za pomoci videoaparatury a následné vyhodnocení. Tato metoda se často využívá a slouží k zvýšení bezpečnosti silniční a městské dopravy. [6]

3.2 Pořízení záznamu

Videoaparatura by měla být vybavena stativem, širokoúhlým objektivem a přesnou časovou značkou. Bohužel se mi nepodařilo vypůjčit podobnou aparaturu, proto jsem videozáznam pořizoval na mobilní telefon upevněný na stativu. Použil jsem tedy stejný záznam, jako pro dopravní průzkum.

3.3 Rozdělení konfliktních situací

V roce 1972 vytvořil Ing. Jan Folprecht, Ph.D. vlastní způsob popisování KS. Určil 3 stupně závažnosti KS. [4]

1. stupeň – jedná se o porušování předpisů osamoceným účastníkem dopravy, považujeme to za potencionální konfliktní situaci

2. stupeň – při tomto stupni už dochází k určitému narušení plynulosti provozu a ostatní účastníci musí reagovat

3. stupeň – situace, kdy už jen prudké brzdění nebo rychlá reakce změny směru může zabránit dopravní nehodě

Jako 4. Stupeň bývá označována situace, kdy dojde k dopravní nehodě.

Rozdělení podle vztahu k místu vzniku:

Vlastní – situace, které souvisí přímo s děním na křižovatce neboj jejím stavebním uspořádáním

Nevlastní – situace, které nesouvisí s děním na sledované křižovatce (přechod pro chodce v blízkosti křižovatky).

Rozdělení na prvotní a následné:

Prvotní – nejsou způsobeny jinou konfliktní situací

Následné – jsou způsobeny jinou konfliktní situací (nejčastěji prvotní, ale i následnou)

3.4 Označování konfliktních situací

Označují se trojmístným kódem, který se skládá z číslice (počet účastníku KS), písmen (způsob vzniku KS) a poslední je číslice, která udává vážnost KS. Klasifikaci těchto symbolů je uvedena ve třech tabulkách. [4]

Tab.1 – Klasifikace podle účastníků [4]

Chodec	1 _ _
Automobil	2 _ _
Autobus	3 _ _
Chodec x automobil	4 _ _
Chodec x Autobus	5 _ _
Automobil x automobil	6 _ _
Automobil x autobus	7 _ _
Autobus x autobus	8 _ _
Jiné	9 _ _

Tab.2 – Klasifikace podle způsobu konfliktu [4]

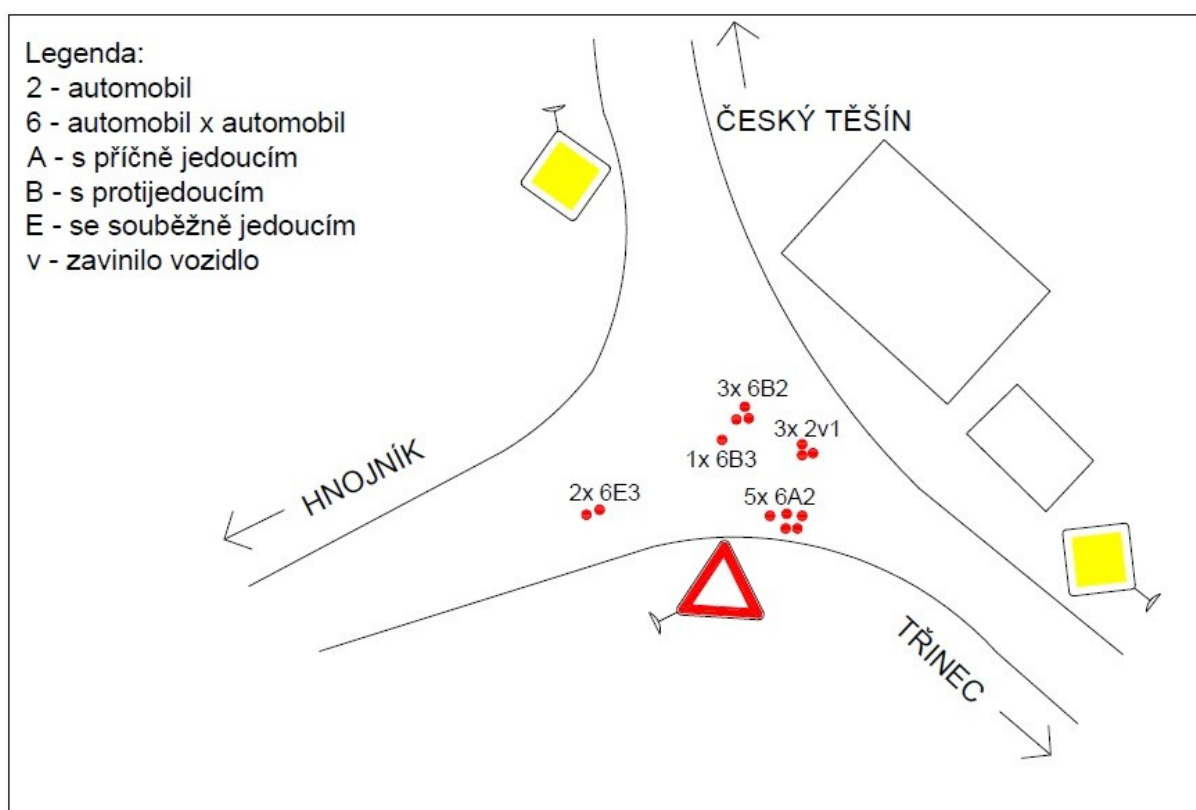
Možnost střetu s příčně jedoucím	A _ _
Možnost střetu s protijedoucím	B _ _
Možnost střetu ve stykovém bodě	C _ _
Možnost střetu s najetím zezadu	D _ _
Možnost střetu se souběžně jedoucím	E _ _
Možnost střetu vlivem parkovacího manévru	P _ _
Možnost střetu vlivem otáčení	O _ _
Vjezd (vstup) na červenou	č _ _
Zavinil chodec	ch _ _
Zavinilo vozidlo	v _ _
Agresivita	a _ _
Pasivita	p _ _
Vlivem fronty na křižovatce	f _ _
Pokyn	g _ _

Tab. 3 – Klasifikace podle závažnosti [4]

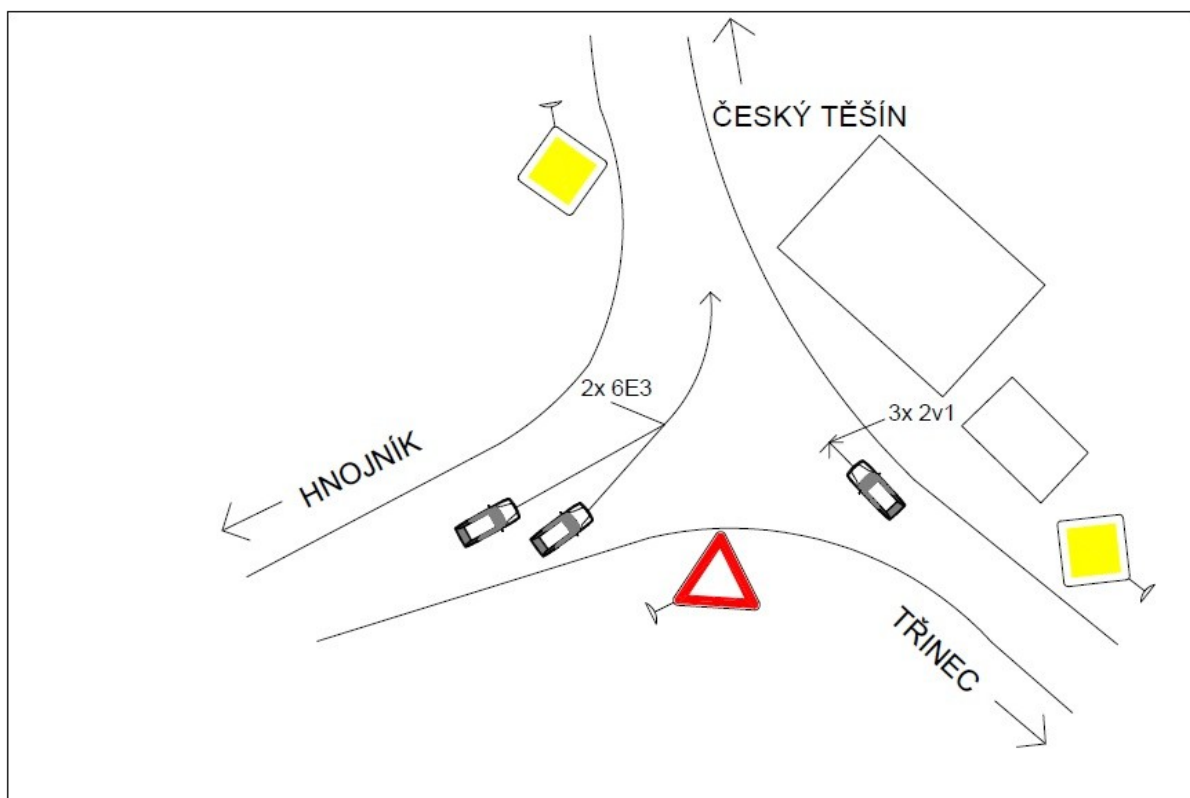
Konfliktní situace bez reakce	1
Konfliktní situace bez násilné reakce	2
Konfliktní situace s ostrou reakcí	3
Dopravní nehoda	4

3.5 Vyhodnocení videoanalýzy konfliktních situací

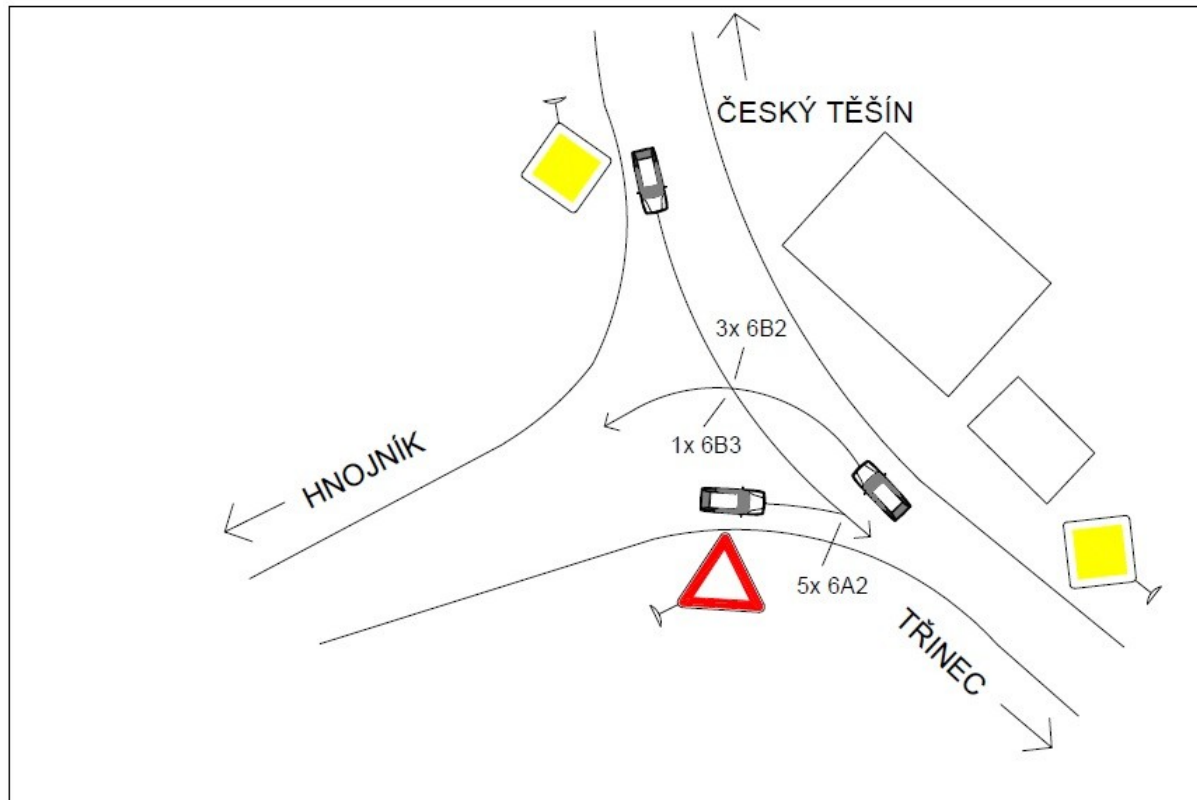
Během průzkumu došlo k 14 konfliktním situacím. Ve všech byly zaznamenány pouze automobily. V pěti případech došlo málem ke srážce s příčně jedoucím vozidlem, ve čtyřech ke srážce s protijedoucím a ve dvou případech se souběžně jedoucím. Při třech KS došlo k ostré reakci řidiče. Jednou to byl řidič, kterému nedalo přednost vozidlo odbočující od Třince směrem na Hnojník. Ve dvou případech to byli řidiči souběžně jedoucí od Hnojníka, kteří se řadili každý v jiném prostoru křižovatky pro odbočení vlevo. Tento problém způsobuje absence vodorovného dopravního značení na křižovatce. Ve třech případech došlo k zpomalení provozu vozidlem přijíždějícím od Třince, které chtělo pokračovat do obce Hnojník, ale vzhledem ke špatným rozhledovým poměrům muselo zastavit v křižovatce.



Obr.8: Schéma konfliktních situací



Obr.9: Schéma konfliktních situací č.1



Obr.10: Schéma konfliktních situací č.2

3.6 Ukazatel relativní konfliktnosti

$$k_R = \frac{P_{KS}}{I} \cdot 100 \text{ [KS/100 vozidel]}$$

P_{KS} počet konfliktních situací za hodinu (pouze ty, jejichž první znak má hodnotu 4-8)

I hodinová intenzita $\left[j. v. \frac{1}{h} \right]$

$$k_R = \frac{7}{1104} \cdot 100 = \mathbf{0,634 \text{ [KS/100 vozidel]}}$$

4. Dopravně – inženýrský průzkum

4.1 Popis průzkumu a stanoviště

Na křižovatce silnic I/11 a I/68 v Neborech jsem provedl dne 21. Října 2015 (středa – běžný pracovní den) dopravní průzkum. Na křižovatce předtím nebyl prováděn žádný dopravní průzkum, který bych měl k dispozici. Průzkum jsem prováděl v čase od 7:00 do 9:00, protože křižovatka je v tuto ranní hodinu nejvíce vytižena. Pořídil jsem tedy dvou hodinový záznam na mobilní telefon, který jsem upevnil na stativ. Následné sčítání jsem prováděl u počítače za pomoci záznamu. Dopravu jsem zaznamenával v 15 – minutových intervalech a dopravní prostředky jsem rozlišoval na osobní a nákladní. Během průzkumu křižovatkou neprojel žádný motocykl. Počasí v den průzkum bylo slunné a neovlivňovalo žádným způsobem dopravu. Během průzkumu nedošlo k žádné dopravní nehodě ani jiné zvláštní situaci, která by ovlivnila dopravu. Stanoviště jsem si zvolil v poli poblíž cesty I/11 od Českého Těšína, kde byl výborný výhled na celý prostor sledované křižovatky.



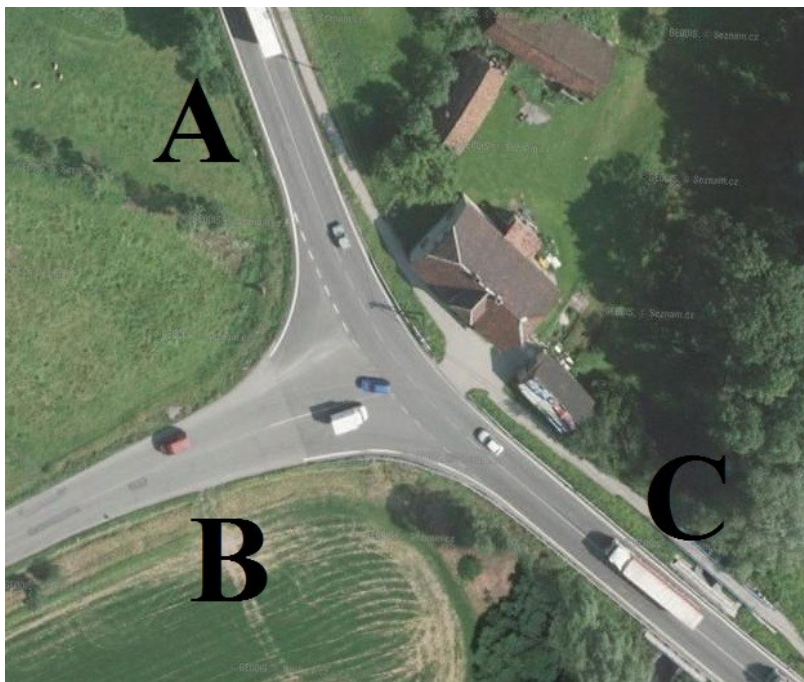
Obr.11: Stanoviště [1]

4.2 Označení ramen křižovatky

Rameno A: silnice I/11 od Českého Těšína

Rameno B: silnice I/68 od Hnojníka

Rameno C: silnice I/11 od Trčince



Obr.12: Označení ramen [1]



Obr.13: Pohled ze stanoviště

4.3 Označení dopravních proudů na křižovatce

Dopravní proud A1: směr od Českého Těšína do Třince

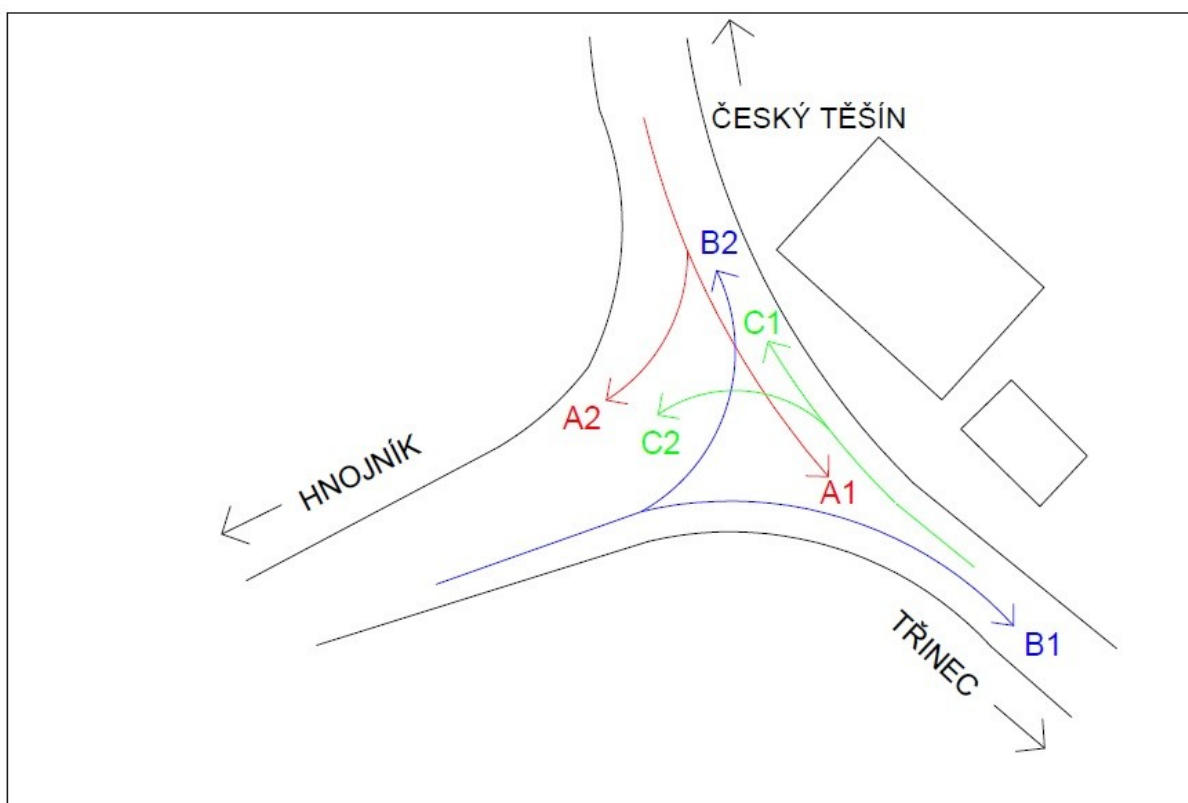
Dopravní proud A2: směr od Českého Těšína do Hnojníka

Dopravní proud B1: směr od Hnojníka do Třince

Dopravní proud B2: směr od Hnojníka do Českého Těšína

Dopravní proud C1: směr od Třince do Českého Těšína

Dopravní proud C2: směr od Třince do Hnojníka



Obr.14: Dopravní proudy

4.4. Intenzity dopravy

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	26	18
A2	1	0
B1	73	3
B2	6	0
C1	20	30
C2	59	4

Tab.4: Intenzita od 7:00-7:15

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	22	21
A2	4	0
B1	61	3
B2	4	0
C1	30	24
C2	77	4

Tab.5: Intenzita od 7:15-7:30

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	32	28
A2	4	1
B1	85	8
B2	2	0
C1	41	38
C2	79	8

Tab.6: Intenzita od 7:30-7:45

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	33	23
A2	5	0
B1	87	7
B2	1	0
C1	33	27
C2	61	11

Tab.7: Intenzita od 7:45-8:00

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	24	15
A2	1	0
B1	77	8
B2	4	1
C1	31	27
C2	77	10

Tab.8: Intenzita od 8:00-8:15

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	27	14
A2	3	0
B1	63	5
B2	3	1
C1	37	19
C2	69	6

Tab.9: Intenzita od 8:15-8:30

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	34	21
A2	1	0
B1	77	5
B2	3	0
C1	29	35
C2	66	7

Tab.10: Intenzita od 8:30-8:45

Dopravní proud	Osobní	Nákladní
A1	26	23
A2	3	0
B1	92	6
B2	1	0
C1	30	25
C2	54	5

Tab.11: Intenzita od 8:45-9:00

4.5. Stanovení špičkové hodiny

Špičková hodina je nejvyšší hodinová intenzita dopravy. Pro její stanovení jsem si navrhnul tabulku se čtvrt hodinovými intervaly a počty vozidel, které za daný čas křižovatkou projely. Hodinový časový úsek, kterým projede nejvíce vozidel, je tedy špičková hodina.

	Počet vozidel
7:00-7:15	240
7:15-7:30	250
7:30-7:45	326
7:45-8:00	288
8:00-8:15	275
8:15-8:30	247
8:30-8:45	278
8:45-9:00	265
Celkem	2169

Tab.12: 15-minutové intervaly

Hodinové intervaly a počty vozidel

7:00-8:00 = 1 104 vozidel

7:15-8:15 = 1 139 vozidel

7:30-8:30 = 1 136 vozidel

7:45-8:45 = 1 088 vozidel

8:00-9:00 = 1 065 vozidel

Špičková hodina tedy byla stanovena na dobu od 7:15-8:15. Během této hodiny křižovatkou projelo 1 139 vozidel.

5. Kapacitní posouzení křižovatky dle TP 188

K posouzení a výpočtům stykové úrovně křižovatky jsem použil technické podmínky *TP 188 – Posuzování kapacity neřízených úrovně křižovatek*. [5]

5.1 Přepočtená vozidla

Pro kapacitní výpočet jsem provedl přepočet vozidel jednotlivých dopravních proudů dle tabulky v technických podmínkách (Tab.13). Přepočtené hodnoty jsou vypsány v tabulce č.14.

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ^a	Nákladní vozidla, autobusy ^b	Nákladní soupravy, kloubové autobusy
Průměrné a stykové bez SSZ	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
Průměrné a stykové se SSZ	0,5	0,8	1,0	1,7	2,2
Okružní	0,5	0,8	1,0	2,0	3,0
^a Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti. ^b Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy.					

Tab.13: Přepočtové koeficienty skladby dopravních proudů [5]

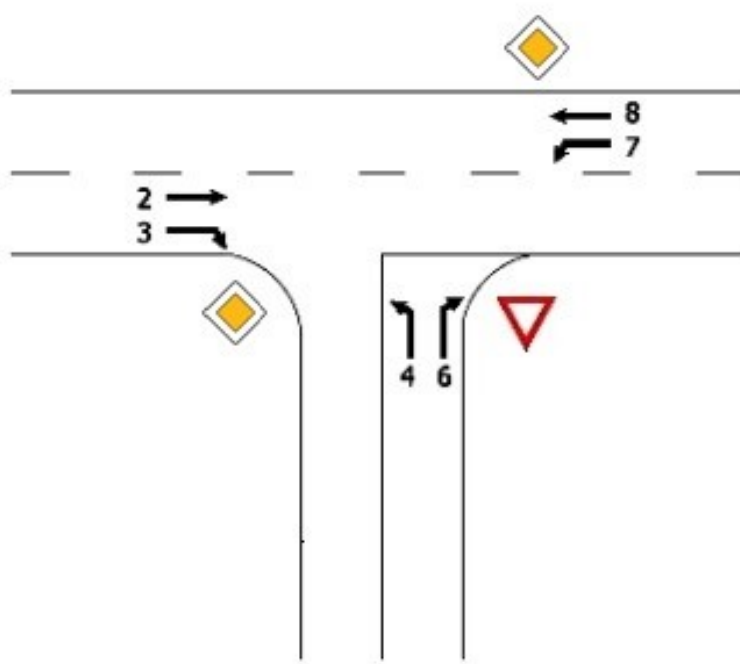
DOPRAVNÍ PROUD	OSOBNÍ	NÁKLADNÍ	CELKEM	PŘEPOČTENÁ VOZIDLA (pvoz/h)
A1	111	87	198	242
A2	14	1	15	16
B1	310	26	336	349
B2	11	1	12	13
C1	135	116	251	309
C2	294	33	327	344
SOUČET	875	264	1139	1273

Tab.14: Přepočtená vozidla v čase špičkové hodiny

5.2 Stupně podřazenosti dopravních proudů

Na stykových neřízených úrovněových křižovatkách jsou 3 stupně podřazenosti dopravních proudů. [6]

1. **stupeň** – dopravní proudy, které nedávají přednost žádnému jinému dopravnímu proudu
2. **stupeň** – dopravní proudy, které dávají přednost dopravním proudům prvního stupně
3. **stupeň** – dopravní proud, který dává přednost dopravním proudům prvního i druhého stupně



Obr.15: Označení dopravních proudů

5.3 Rozhodující intenzity

1. Stupeň

Mezi proudy prvního stupně patří dopravní proudy 2, 3 a 8. Tyto proudy nedávají nikomu přednost v jízdě, a proto se neposuzují. [6]

2. stupeň

Zde patří dopravní proud odbočující vlevo z hlavní komunikace a odbočující vpravo z vedlejší komunikace. Tedy dopravní proudy číslo 6 a 7. [6]

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 242 + 16 = \mathbf{258 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 242 + 0,5 \cdot 16 = \mathbf{250 \text{ pvoz/h}}$$

3. stupeň

Proudem třetího stupně je odbočení vlevo z vedlejší komunikace, tedy proud číslo 4. [6]

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 242 + 0,5 \cdot 16 + 344 + 309 = \mathbf{903 \text{ pvoz/h}}$$

5.4 Určení kritických mezer

Kritická mezera je střední hodnota přijatelných časových odstupů na křižovatce v daných vnějších podmínkách. [6] Pro určení kritických mezer jsem použil tabulku č.15. Rychlost na hlavní komunikaci je 50 km/h.

dopravní proud	číslo proudu	závislost kritického odstupu na rychlosti na hlavní komunikaci [s]
Levé odbočení z hlavní	7, 1	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6, 12	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Přímý průjezd z vedlejší	5, 11	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4, 10	$t_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

Tab.15: Střední hodnoty kritických mezer [5]

$$t_{g,7} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = \mathbf{4,5s}$$

$$t_{g,6} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = \mathbf{4,7s}$$

$$t_{g,4} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = \mathbf{6,3s}$$

5.5 Následné mezery

Pro určení střední hodnoty následné mezery je rozhodující druh dopravního proudu a taky úprava přednosti v jízdě na vedlejší pozemní komunikaci (tzn., je-li použita svislá dopravní značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě“.[6] Velikosti středních následných mezer podle TP188 uvádí tabulka č. 16.

Dopravní proud	Číslo dopravního proudu	Následná časová mezera	
		P4	P6
Levé odbočení z hlavní	7	2,6	
Pravé odbočení z vedlejší	6	3,1	3,7
Levé odbočení z vedlejší	4	3,5	4,1

Tab.16: Střední hodnoty následných mezer [5]

$$t_{f,7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,4} = 3,5 \text{ s}$$

5.6 Základní kapacita dopravního proudu

Základní kapacita dopravních proudů je maximální počet vozidel z podřazeného dopravního proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. [6]

$$G_7 = \frac{3600}{t_{f_7}} \cdot e^{-\frac{Ih_7}{3600} \cdot (tg_7 - \frac{t_{f_7}}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{258}{3600} \cdot (4,5 - \frac{2,6}{2})} = 1\,101 \text{ pvoz/h}$$

$$G_6 = \frac{3600}{t_{f_6}} \cdot e^{-\frac{Ih_6}{3600} \cdot (tg_6 - \frac{t_{f_6}}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{250}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = 943 \text{ pvoz/h}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f_4}} \cdot e^{-\frac{Ih_4}{3600} \cdot (tg_4 - \frac{t_{f_4}}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{903}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = 329 \text{ pvoz/h}$$

5.7 Kapacita dopravního proudu

V případě dopravních proudů prvního stupně se kapacita těchto dopravních proudů rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů, obecně se udává 1 800 pvoz/h. [6]

$$C_2, C_3, C_8 = 1\,800 \text{ pvoz/h}$$

Pro kapacitu dopravních proudů 2. Stupně platí rovnost se základní kapacitou. [6]

$$C_7 = G_7 = 1\,101 \text{ pvoz/h}$$

$$C_6 = G_6 = 934 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita dopravního proudu 3. Stupně bývá vždy nižší než základní kapacita vlivem nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost vzniku fronty vozidel. U dopravního proudu 3. Stupně se zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. Stupně. [6]

$$P_{07} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7} \right\}_0 = \max \left\{ 1 - \frac{344}{1101} \right\}_0 = \max \left\{ \frac{0,688}{0} \right\} = 0,688$$

$$C_4 = P_{07} \cdot G_4 = 0,688 \cdot 329 = \mathbf{227 \text{ pvoz/h}}$$

5.8 Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R jízdního pruhu vychází vždy z kapacity příslušného jízdního pruhu, která by měla být větší než intenzita dopravního proudu v tomto jízdním pruhu. [6]

$$R_7 = C_7 - I_7 = 1101 - 344 = \mathbf{757 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_6 = C_6 - I_6 = 934 - 349 = \mathbf{585 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_4 = C_4 - I_4 = 227 - 13 = \mathbf{214 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity vyjádřená v procentech:

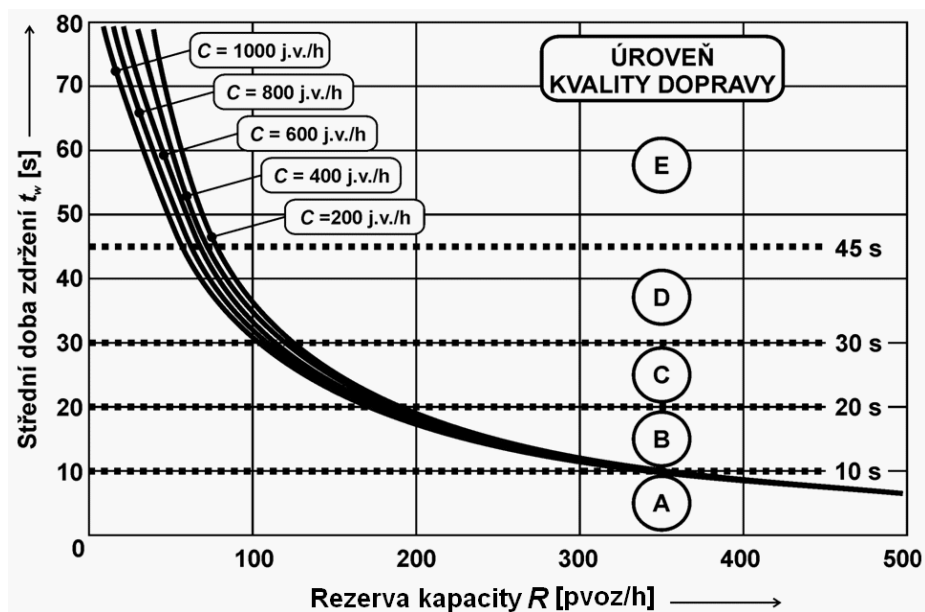
$$R_7 = \left(1 - \frac{I_7}{C_7} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{344}{1101} \right) \cdot 100 = \mathbf{68,76\%}$$

$$R_6 = \left(1 - \frac{I_6}{C_6} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{349}{934} \right) \cdot 100 = \mathbf{62,63\%}$$

$$R_4 = \left(1 - \frac{I_4}{C_4} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{13}{227} \right) \cdot 100 = \mathbf{94,27\%}$$

5.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední doba zdržení je závislá především na rezervě kapacity příslušného jízdního pruhu. Jelikož je výpočet střední doby zdržení poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf z obrázku č.16. [6]



Obr.16: Určení střední doby zdržení a ÚKD v závislosti na R a C [6 – úprava: doc. Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D.]

$$t_{w7} = 3 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

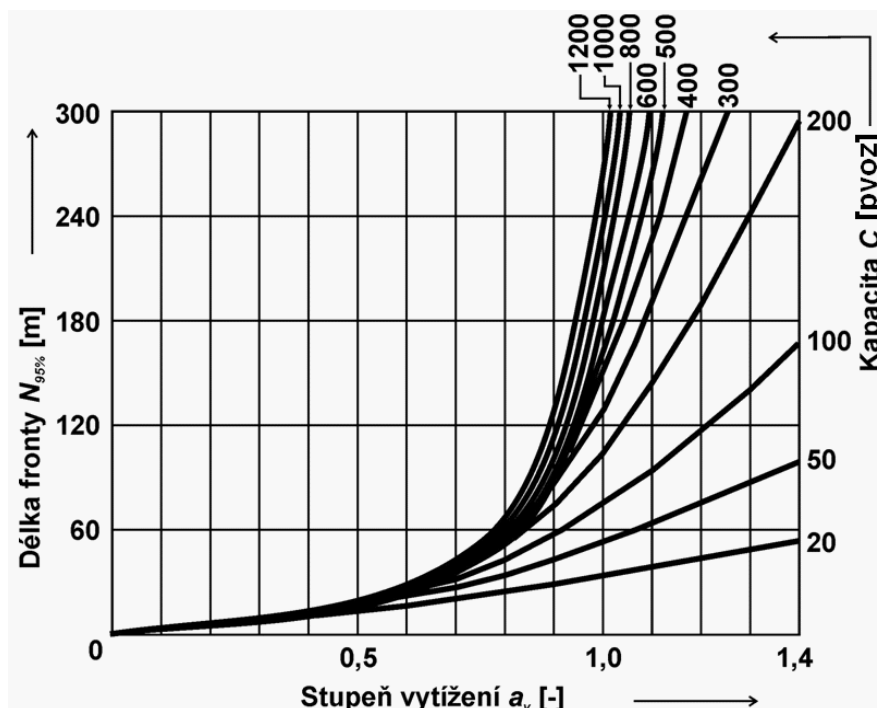
$$t_{w6} = 5 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

$$t_{w4} = 18 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

5.10 Délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech $N_{95\%}$ do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky. To znamená, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5% času se připouští fronta vozidel delší.

Délku fronty můžeme určit z grafu na obrázku č.17. [6]



Obr.17: Určení délky fronty v závislosti na stupni vytížení a_v a kapacitě C [6 – úprava: doc. Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D.]

$$a_{v,7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{344}{1101} = 0,3124$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 12 \text{ m}$$

$$a_{v,6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{349}{934} = 0,3124$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 15 \text{ m}$$

$$a_{v,4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{13}{227} = 0,3124$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 2 \text{ m}$$

5.11 Zhodnocení výsledků

Styková křižovatka silnic I/11 a I/68 vyhověla kapacitnímu posouzení dle TP188. Úroveň kvality dopravy je typu B. Maximální střední doba zdržení je na rameni B při odbočení vlevo a to 18 sekund.

6. Kapacitní posouzení křižovatky dle TP188 – Rok 2035

Koeficienty pro přepočet vozidel na návrhové období, jsou uvedeny v TP 225. V tabulce č.17 jsou uvedeny koeficienty a v tabulce č.18 výsledné hodnoty jednotlivých dopravních proudů na křižovatce.

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní vozidla, kloubové autobusy
Průměrné a stykové	0,5	0,8	1,0	1,5	2,0
¹ Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti					
² Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tab.17: Přepočtové koeficienty pro rok 2035 na průměrné a stykové křižovatce [7]

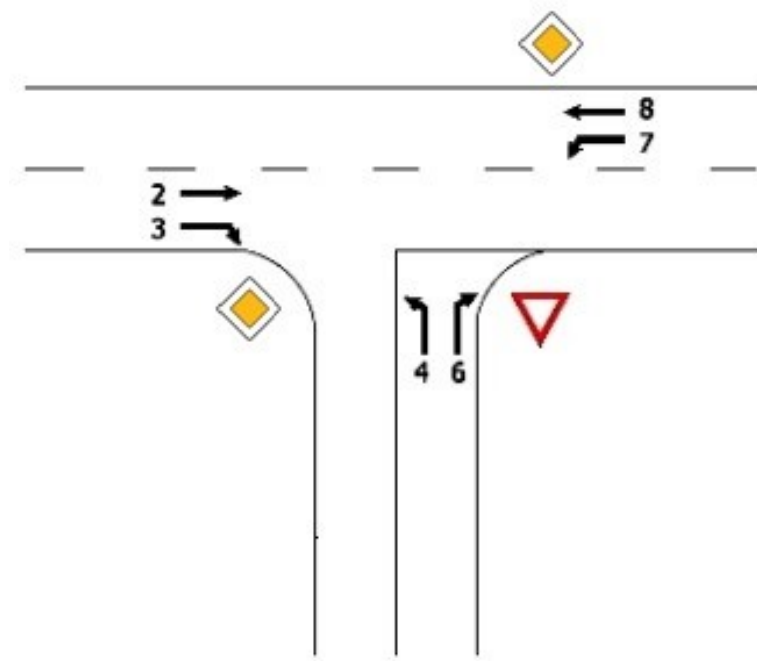
DOPRAVNÍ PROUD	OSOBNÍ	NÁKLADNÍ	CELKEM	PŘEPOČTENÁ VOZIDLA (pvoz/h)	Rok 2035
A1	111	87	198	242	356
A2	14	1	15	16	24
B1	310	26	336	349	514
B2	11	1	12	13	20
C1	135	116	251	309	455
C2	294	33	327	344	506
SOUČET	875	264	1139	1273	1875

Tab.18: Hodnoty jednotlivých dopravních proudů pro rok 2035

6.1 Stupně podřazenosti dopravních proudů

Na stykových neřízených úrovnových křižovatkách jsou 3 stupně podřazenosti dopravních proudů. [6]

- 1. stupeň** – dopravní proudy, které nedávají přednost žádnému jinému dopravnímu proudu
- 2. stupeň** – dopravní proudy, které dávají přednost dopravním proudům prvního stupně
- 3. stupeň** – dopravní proud, který dává přednost dopravním proudům prvního i druhého stupně



Obr.15: Označení dopravních proudů

6.2 Rozhodující intenzity

1. Stupeň

Mezi proudy prvního stupně patří dopravní proudy 2, 3 a 8. Tyto proudy nedávají nikomu přednost v jízdě, a proto se neposuzují. [6]

2. stupeň

Zde patří dopravní proud odbočující vlevo z hlavní komunikace a odbočující vpravo z vedlejší komunikace. Tedy dopravní proudy číslo 6 a 7. [6]

$$I_{H7} = I_2 + I_3 = 356 + 24 = \mathbf{380 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H6} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 = 356 + 0,5 \cdot 24 = \mathbf{368 \text{ pvoz/h}}$$

3. stupeň

Proudem třetího stupně je odbočení vlevo z vedlejší komunikace, tedy proud číslo 4. [6]

$$I_{H4} = I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_7 + I_8 = 356 + 0,5 \cdot 24 + 506 + 455 = \mathbf{1\,329 \text{ pvoz/h}}$$

6.3 Určení kritických mezer

Kritická mezera je střední hodnota přijatelných časových odstupů na křižovatce v daných vnějších podmínkách. [6] Pro určení kritických mezer jsem použil tabulku č.15. Rychlost na hlavní komunikaci je 50 km/h.

dopravní proud	číslo proudu	závislost kritického odstupu na rychlosti na hlavní komunikaci [s]
Levé odbočení z hlavní	7, 1	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6, 12	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Přímý průjezd z vedlejší	5, 11	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4, 10	$t_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

Tab.15: Střední hodnoty kritických mezer [5]

$$t_{g,7} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = 4,5s$$

$$t_{g,6} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = 4,7s$$

$$t_{g,4} = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%} = 5,2 + 0,022 \cdot 50 = 6,3s$$

6.4 Následné mezery

Pro určení střední hodnoty následné mezery je rozhodující druh dopravního proudu a taky úprava přednosti v jízdě na vedlejší pozemní komunikaci (tzn., je-li použita svislá dopravní značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“.[6] Velikosti středních následných mezer podle TP188 uvádí tabulka č. 16.

Dopravní proud	Číslo dopravního proudu	Následná časová mezera	
		P4	P6
Levé odbočení z hlavní	7	2,6	
Pravé odbočení z vedlejší	6	3,1	3,7
Levé odbočení z vedlejší	4	3,5	4,1

Tab.16: Střední hodnoty následných mezer [5]

$$t_{f,7} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,6} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,4} = 3,5 \text{ s}$$

6.5 Základní kapacita dopravního proudu

Základní kapacita dopravních proudů je maximální počet vozidel z podřazeného dopravního proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. [6]

$$G_7 = \frac{3600}{t_{f_7}} \cdot e^{-\frac{Ih_7}{3600} \cdot (tg_7 - \frac{t_{f_7}}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{380}{3600} \cdot (4,5 - \frac{2,6}{2})} = \mathbf{988 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_6 = \frac{3600}{t_{f_6}} \cdot e^{-\frac{Ih_6}{3600} \cdot (tg_6 - \frac{t_{f_6}}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{368}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = \mathbf{842 \text{ pvoz/h}}$$

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f_4}} \cdot e^{-\frac{Ih_4}{3600} \cdot (tg_4 - \frac{t_{f_4}}{2})} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{1329}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = \mathbf{192 \text{ pvoz/h}}$$

6.6 Kapacita dopravního proudu

V případě dopravních proudů prvního stupně se kapacita těchto dopravních proudů rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů, obecně se udává 1 800 pvoz/h. [6]

$$C_2, C_3, C_8 = \mathbf{1\,800 \text{ pvoz/h}}$$

Pro kapacitu dopravních proudů 2. Stupně platí rovnost se základní kapacitou. [6]

$$C_7 = G_7 = \mathbf{988 \text{ pvoz/h}}$$

$$C_6 = G_6 = \mathbf{842 \text{ pvoz/h}}$$

Kapacita dopravního proudu 3. Stupně bývá vždy nižší než základní kapacita vlivem nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost vzniku fronty vozidel. U dopravního proudu 3. Stupně se zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. Stupně. [6]

$$P_{07} = \max \left\{ 1 - \frac{I_7}{C_7} \right\}_0 = \max \left\{ 1 - \frac{506}{988} \right\}_0 = \max \left\{ \frac{0,488}{0} \right\} = 0,488$$

$$C_4 = P_{07} \cdot G_4 = 0,488 \cdot 192 = \mathbf{94 \text{ pvoz/h}}$$

6.7 Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R jízdního pruhu vychází vždy z kapacity příslušného jízdního pruhu, která by měla být větší než intenzita dopravního proudu v tomto jízdním pruhu. [6]

$$R_7 = C_7 - I_7 = 988 - 506 = \mathbf{482 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_6 = C_6 - I_6 = 842 - 514 = \mathbf{328 \text{ pvoz/h}}$$

$$R_4 = C_4 - I_4 = 94 - 20 = \mathbf{74 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity vyjádřená v procentech:

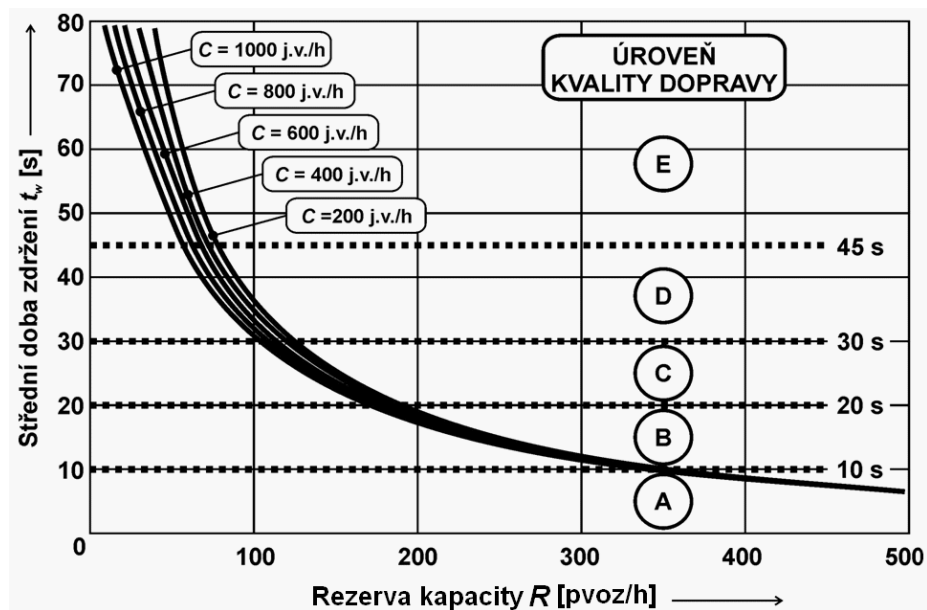
$$R_7 = \left(1 - \frac{I_7}{C_7} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{506}{988} \right) \cdot 100 = \mathbf{48,79\%}$$

$$R_6 = \left(1 - \frac{I_6}{C_6} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{514}{842} \right) \cdot 100 = \mathbf{38,96\%}$$

$$R_4 = \left(1 - \frac{I_4}{C_4} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{20}{94} \right) \cdot 100 = \mathbf{78,72\%}$$

6.8 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední doba zdržení je závislá především na rezervě kapacity příslušného jízdního pruhu. Jelikož je výpočet střední doby zdržení poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf z obrázku č.16. [6]



Obr.16: Určení střední doby zdržení a ÚKD v závislosti na R a C [6 – úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.]

$$t_{w7} = 8 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{A}$$

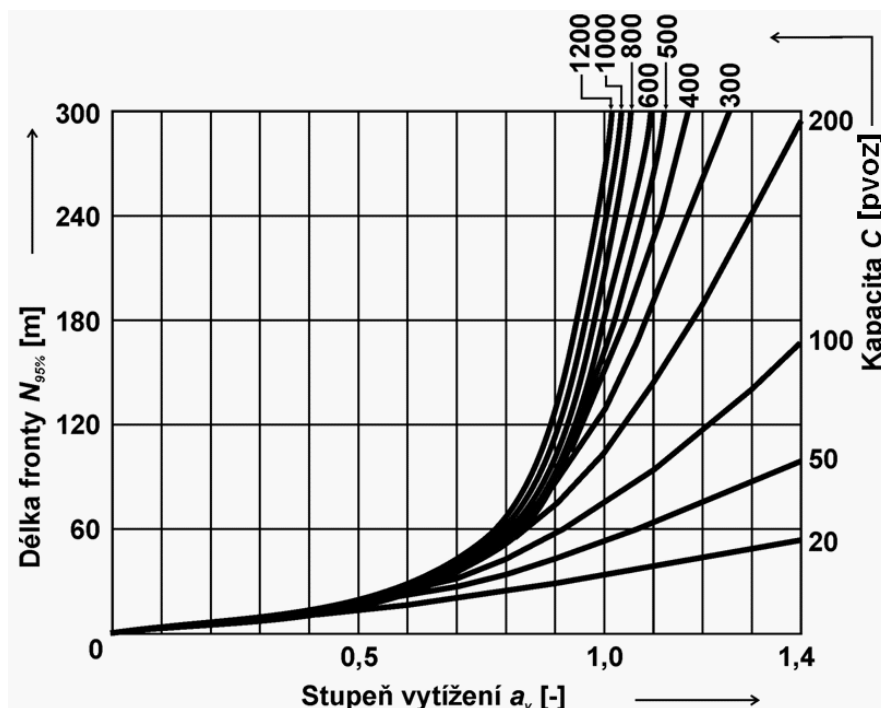
$$t_{w6} = 11 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{B}$$

$$t_{w4} = 37 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \text{ÚKD} = \text{D}$$

6.9 Délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech $N_{95\%}$ do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky. To znamená, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5% času se připouští fronta vozidel delší.

Délku fronty můžeme určit z grafu na obrázku č.17. [6]



Obr.17: Určení délky fronty v závislosti na stupni vytížení a_v a kapacitě C [6 – úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.]

$$a_{v,7} = \frac{I_7}{C_7} = \frac{506}{988} = 0,5121$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 20 \text{ m}$$

$$a_{v,6} = \frac{I_6}{C_6} = \frac{514}{842} = 0,6105$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 26 \text{ m}$$

$$a_{v,4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{20}{94} = 0,2128$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 8 \text{ m}$$

6.10 Zhodnocení výsledků

Tento výhledový stav ukazuje, že křižovatka se může stát ještě mnohem více problémová. Pro rok 2035 byla stanovena úroveň kvality dopravy typu D a střední doba zdržení na rameni B dosahovala až 37 sekund. Tyto výsledky jsou dalšími důvody k úpravě této křižovatky.

7. Úprava č.1 – Zalomená přednost

První způsob řešení se týká jen změn dopravního značení a zavedení zalomené přednosti v jízdě. Vzhledem k tomu, že dopravní průzkum ukázal, že nejvyužívanější jsou komunikace od Hnojníka a Třinec. Navíc by takhle změna řešila z velké části i problém, který způsobuje rodinný dům v křižovatce. Řidiči přijíždějící od Třince by už nemuseli dávat přednost vozidlům přijíždějícím od Českého Těšína.

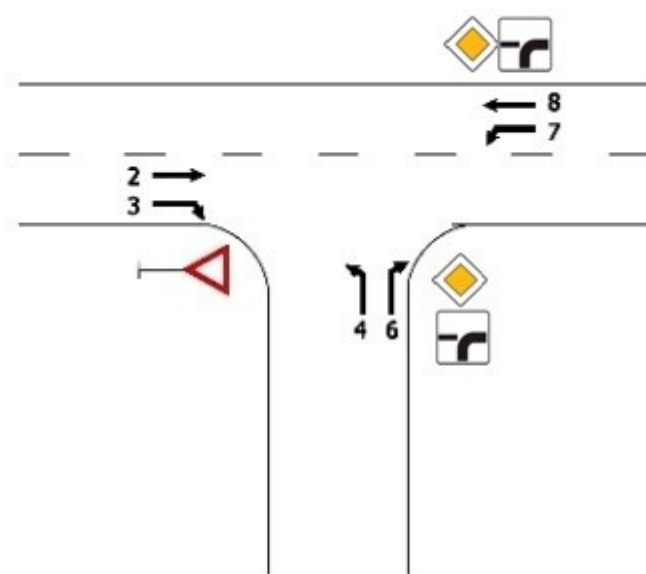
7.1 Kapacitní posouzení křižovatky dle TP188

Pro výpočet křižovatky se zalomenou předností nejsou vytvořeny žádné technické podmínky, které by řešily přesně tuto problematiku. Použil jsem tedy TP188 a výpočet aplikoval obdobně jako u křižovatky s přímkou hlavní komunikací.

7.2 Stupně podřazenosti dopravních proudů

Na stykových neřízených úrovnových křižovatkách jsou 3 stupně podřazenosti dopravních proudů. [6]

- 1. stupeň** – dopravní proudy, které nedávají přednost žádnému jinému dopravnímu proudu
- 2. stupeň** – dopravní proudy, které dávají přednost dopravním proudům prvního stupně
- 3. stupeň** – dopravní proud, který dává přednost dopravním proudům prvního i druhého stupně



Obr.18: Označení dopravních proudů

7.3 Rozhodující intenzity

1. Stupeň

Mezi proudy prvního stupně patří dopravní proudy 6, 7 a 8. Tyto proudy nedávají nikomu přednost v jízdě, a proto se neposuzují. [6]

2. stupeň

Zde patří dopravní proud odbočující vlevo z hlavní komunikace a odbočující vpravo z vedlejší komunikace. Tedy dopravní proudy číslo 3 a 4. [6]

$$I_{H4} = I_7 + I_8 = 344 + 309 = \mathbf{653 \text{ pvoz/h}}$$

$$I_{H3} = I_7 = \mathbf{344 \text{ pvoz/h}}$$

3. stupeň

Proudem třetího stupně je odbočení vlevo, v našem případě to tedy bude směr rovně z vedlejší komunikace, tedy proud číslo 2. [6]

$$I_{H2} = I_4 + I_6 + I_7 = 13 + 349 + 344 = \mathbf{706 \text{ pvoz/h}}$$

7.4 Určení kritických mezer

Kritická mezera je střední hodnota přijatelných časových odstupů na křižovatce v daných vnějších podmínkách. [6] Pro určení kritických mezer jsem použil tabulku č.15. Rychlost na hlavní komunikaci je 50 km/h.

dopravní proud	číslo proudu	závislost kritického odstupu na rychlosti na hlavní komunikaci [s]
Levé odbočení z hlavní	7, 1	$t_g = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%}$
Pravé odbočení z vedlejší	6, 12	$t_g = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%}$
Přímý průjezd z vedlejší	5, 11	$t_g = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%}$
Levé odbočení z vedlejší	4, 10	$t_g = 5,2 + 0,022 \cdot v_{85\%}$

Tab.15: Střední hodnoty kritických mezer [5]

$$t_{g,4} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = \mathbf{4,5s}$$

$$t_{g,3} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = \mathbf{4,7s}$$

$$t_{g,2} = 4,4 + 0,036 \cdot v_{85\%} = 4,4 + 0,036 \cdot 50 = \mathbf{6,2s}$$

7.5 Následné mezery

Pro určení střední hodnoty následné mezery je rozhodující druh dopravního proudu a taky úprava přednosti v jízdě na vedlejší pozemní komunikaci (tzn., je-li použita svislá dopravní značka č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“ nebo č. P 6 „Stůj, dej přednost v jízdě“.[6] Velikosti středních následných mezer podle TP188 uvádí tabulka č. 16.

Dopravní proud	Číslo dopravního proudu	Následná časová mezera	
		P4	P6
Levé odbočení z hlavní	4	2,6	
Pravé odbočení z vedlejší	3	3,1	3,7
Přímý průjezd z vedlejší	2	3,3	3,9

Tab.16: Střední hodnoty následných mezer [5]

$$t_{f,4} = 2,6 \text{ s}$$

$$t_{f,3} = 3,1 \text{ s}$$

$$t_{f,2} = 3,3 \text{ s}$$

7.6 Základní kapacita dopravního proudu

Základní kapacita dopravních proudů je maximální počet vozidel z podřazeného dopravního proudu, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů. [6]

$$G_4 = \frac{3600}{t_{f_4}} \cdot e^{-\frac{Ih_4}{3600} \cdot (tg_7 - \frac{t_{f_4}}{2})} = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{653}{3600} \cdot (4,5 - \frac{2,6}{2})} = 775 \text{ pvoz/h}$$

$$G_3 = \frac{3600}{t_{f_3}} \cdot e^{-\frac{Ih_3}{3600} \cdot (tg_3 - \frac{t_{f_3}}{2})} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{344}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = 860 \text{ pvoz/h}$$

$$G_2 = \frac{3600}{t_{f_2}} \cdot e^{-\frac{Ih_2}{3600} \cdot (tg_2 - \frac{t_{f_2}}{2})} = \frac{3600}{3,3} \cdot e^{-\frac{706}{3600} \cdot (6,2 - \frac{3,3}{2})} = 447 \text{ pvoz/h}$$

7.7 Kapacita dopravního proudu

V případě dopravních proudů prvního stupně se kapacita těchto dopravních proudů rovná kapacitě volně se pohybujících dopravních proudů, obecně se udává 1 800 pvoz/h. [6]

$$C_6, C_7, C_8 = 1\,800 \text{ pvoz/h}$$

Pro kapacitu dopravních proudů 2. Stupně platí rovnost se základní kapacitou. [6]

$$C_4 = G_4 = 775 \text{ pvoz/h}$$

$$C_3 = G_3 = 860 \text{ pvoz/h}$$

Kapacita dopravního proudu 3. Stupně bývá vždy nižší než základní kapacita vlivem nadřazených proudů, u kterých s rostoucím stupněm vytížení roste přímo úměrně pravděpodobnost vzniku fronty vozidel. U dopravního proudu 3. Stupně se zohledňuje pravděpodobnost nevzdutí dopravních proudů 2. Stupně. [6]

$$P_{04} = \max \left\{ 1 - \frac{I_4}{C_4} \right\}_0 = \max \left\{ 1 - \frac{13}{775} \right\}_0 = \max \left\{ \frac{0,983}{0} \right\} = 0,983$$

$$C_2 = P_{04} \cdot G_2 = 0,983 \cdot 447 = 440 \text{ pvoz/h}$$

7.8 Rezerva kapacity

Rezerva kapacity R jízdního pruhu vychází vždy z kapacity příslušného jízdního pruhu, která by měla být větší než intenzita dopravního proudu v tomto jízdním pruhu. [6]

$$R_4 = C_4 - I_4 = 775 - 13 = 762 \text{ pvoz/h}$$

$$R_3 = C_3 - I_3 = 860 - 16 = 844 \text{ pvoz/h}$$

$$R_2 = C_2 - I_2 = 440 - 242 = 198 \text{ pvoz/h}$$

Rezerva kapacity vyjádřená v procentech:

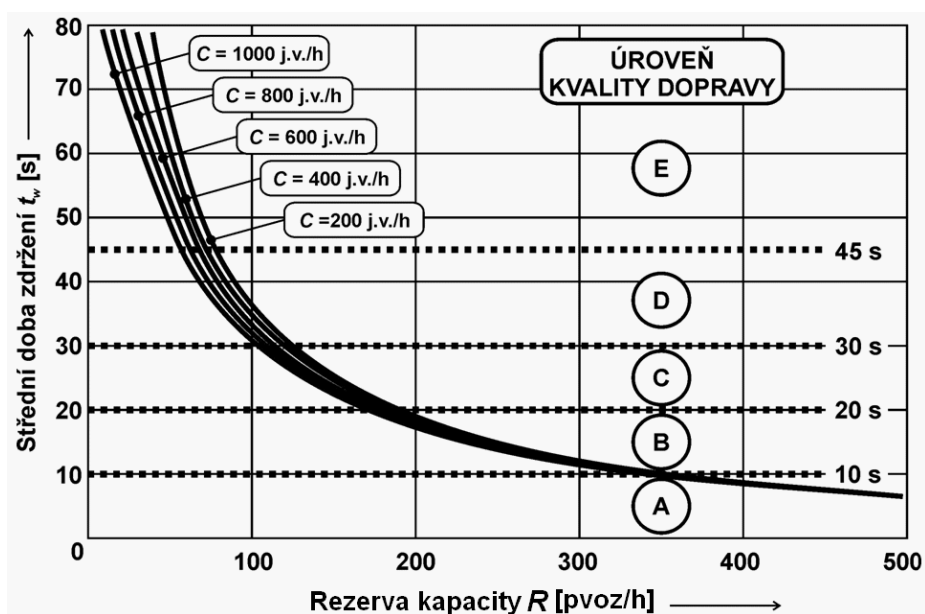
$$R_4 = \left(1 - \frac{I_4}{C_4} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{13}{775} \right) \cdot 100 = 98,32\%$$

$$R_3 = \left(1 - \frac{I_3}{C_3}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{16}{860}\right) \cdot 100 = \mathbf{98,14\%}$$

$$R_2 = \left(1 - \frac{I_2}{C_2}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{242}{440}\right) \cdot 100 = \mathbf{45\%}$$

7.9 Střední doba zdržení a úroveň kvality dopravy

Střední doba zdržení je závislá především na rezervě kapacity příslušného jízdního pruhu. Jelikož je výpočet střední doby zdržení poměrně komplikovaný, lze pro orientační určení této doby a ÚKD použít graf z obrázku č.16. [6]



Obr.16: Určení střední doby zdržení a ÚKD v závislosti na R a C [6 – úprava: doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.]

$$t_{w4} = 2 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{\acute{U}KD = A}$$

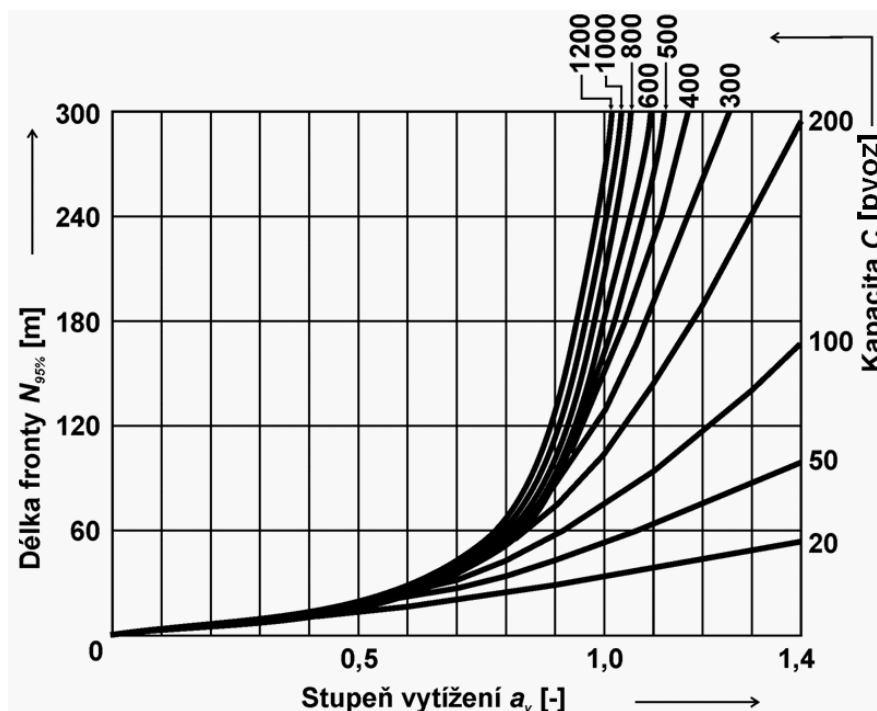
$$t_{w3} = 1 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{\acute{U}KD = A}$$

$$t_{w2} = 18 \text{ s} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{\acute{U}KD = B}$$

7.10 Délka fronty na vjezdech

Délka fronty na vjezdech $N_{95\%}$ do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost uvažované délky. To znamená, že v 95% času během špičkové hodiny je fronta kratší než udává hodnota $N_{95\%}$, ve zbývajících 5% času se připouští fronta vozidel delší.

Délku fronty můžeme určit z grafu na obrázku č.17. [6]



Obr.17: Určení délky fronty v závislosti na stupni vytížení a_v a kapacitě C [6 – úprava: doc.

Ing. Vladislav Křivda, Ph.D.]

$$a_{v,4} = \frac{I_4}{C_4} = \frac{13}{775} = 0,0168$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 1 \text{ m}$$

$$a_{v,3} = \frac{I_3}{C_3} = \frac{16}{860} = 0,0186$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 1 \text{ m}$$

$$a_{v,2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{242}{440} = 0,5500$$

$$N_{95\%} \Rightarrow 23 \text{ m}$$

7.11 Zhodnocení výsledků

Styková křižovatka silnic I/11 a I/68 se zalomenou předností v jízdě vyhověla kapacitnímu posouzení dle TP188. Úroveň kvality dopravy je sice stále typu B, ale došlo k výraznému zvýšení kapacitních rezerv, také ke zkrácení front na vjezdech a snížení střední doby zdržení.

8. Úprava č.2 – Okružní křižovatka

V případě druhé varianty se jedná o kompletní přestavbu stykové křižovatky na okružní křižovatku tříramennou. Vzhledem k lokalitě se zde nebudou navrhovat přechody pro chodce ani zvyšovat počet jízdních pruhů. Kapacitu jsem počítal dle *TP 234 – Posuzování kapacity okružních křižovatek*. [8]

8.1 Přepočet vozidel

Pro kapacitní výpočet jsem provedl přepočet vozidel jednotlivých dopravních proudů dle tabulky v technických podmínkách (Tab.17). Přepočtené hodnoty jsou vypsány v tabulce č.18.

Typ křižovatky	Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla ¹	Nákladní vozidla, autobusy ²	Nákladní vozidla, kloubové autobusy
Okružní křižovatky	0,5 pvoz	0,8 pvoz	1,0 pvoz	2,0 pvoz	3,0 pvoz
¹ Včetně nákladních vozidel do 3,5 t celkové hmotnosti					
² Nákladní vozidla nad 3,5 t celkové hmotnosti mimo nákladních souprav a autobusy mimo kloubové autobusy					

Tab.17: Koeficienty pro okružní křižovatku [8]

DOPRAVNÍ PROUD	OSOBNÍ	NÁKLADNÍ	CELKEM	PŘEPOČTENÁ VOZIDLA (pvoz/h)
A1	111	87	198	285
A2	14	1	15	16
B1	310	26	336	362
B2	11	1	12	13
C1	135	116	251	367
C2	294	33	327	360
SOUČET	875	264	1139	1403

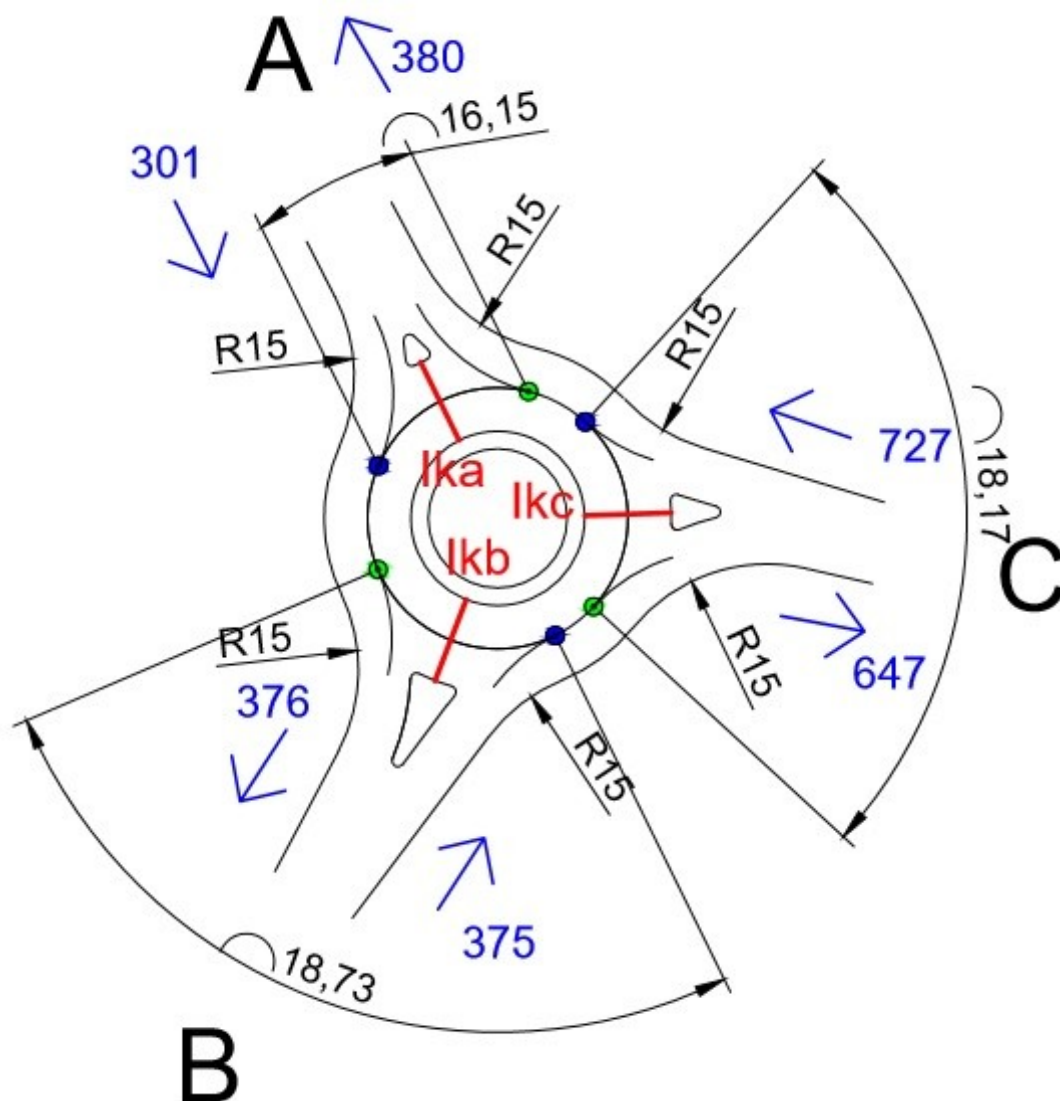
Tab.18: Přepočtená vozidla v čase špičkové hodiny

8.2 Intenzita na okružním páse

$$I_{k,A} = I_{C2} = 360 \text{ pvoz/h}$$

$$I_{k,B} = I_{A1} = 285 \text{ pvoz/h}$$

$$I_{k,C} = I_{B2} = 13 \text{ pvoz/h}$$



Obr.19: Schéma okružní křižovatky s kolizními body a přepočtenými intenzitami

8.3 Kapacitní posouzení vjezdů a výjezdů

Kapacita vjezdu

Výpočet pomocí vzorců uvedených v TP 234.

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,i}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{\frac{-I_{k,i}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} \quad [8]$$

R_i poloměr vjezdu

Δ minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími po okružním pásu

I_k intenzita dopravy na okružním pásu

n_k počet jízdních pruhů na okružním pásu

$n_{i,koef}$ koeficient počtu jízdních pruhů na vjezdu 1=jeden pruh 1,5= dva pruhy

t_f následná mezera závisí na poloměru vjezdu

$$8\text{ m} \leq R_i \leq 16\text{ m} \rightarrow t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i$$

t_g kritický časový odstup závisí na vzdálenosti kolizních bodů

$$11\text{ m} \leq b \leq 20\text{ m} \rightarrow t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b$$

Kapacita výjezdu

Kapacitu výjezdu určíme za pomoci tohoto vzorce:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f}$$

$n_{e,koef}$ počet jízdních pruhů na výjezdu

$$t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e \Rightarrow 15\text{ m} \leq R_e \leq 30\text{ m}$$

Pokud je stupeň vytižení u výjezdu menší než 0,9, tak výjezd vyhovuje.

Vjezd A

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$b = 16,15\text{ m}$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 16,15 = \mathbf{3,985\text{ s}}$$

$$R_i = 15\text{ m}$$

$$t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i = 3,6 - 0,0625 \cdot 15 = \mathbf{2,663\text{ s}}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$I_{k,A} = 360 \text{ pvoz}$$

$$C_A = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,a}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{\frac{-I_{k,a}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} =$$

$$= 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 360}{1 \cdot 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,663} \cdot e^{\frac{-360}{3600} \left(3,985 - \frac{2,663}{2} - 2,1\right)} = \mathbf{1\,011 \text{ pvoz/h}}$$

Rezerva kapacity

$$R_A = C_A - I_a = 1011 - 301 = \mathbf{710 \text{ pvoz/h}}$$

Úroveň kvality dopravy a střední doba zdržení

Z důvodu komplikovaného výpočtu jsem použil stejně, jako u vyhodnocování křižovatky graf, který je uvedený na straně 34.

$$\mathbf{\acute{U}KD = A \quad t_w = 3 \text{ s}}$$

Stupeň vytížení a délka fronty

Výpočet stupně vytížení je obdobný jako u stykové křižovatky a délka fronty je určena opět za pomoci grafu ze strany 35.

$$a_{viA} = \frac{I_{iA}}{C_{iA}} = \frac{301}{1011} = \mathbf{0,2977}$$

$$N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{9 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu A

$$t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e = 3,6 - 0,04 \cdot 15 = \mathbf{3 \text{ s}}$$

$$C_{eA} = \frac{3600 \cdot n_{e,koef}}{t_f} = \frac{3600 \cdot 1}{3} = \mathbf{1\,200 \text{ pvoz/h}}$$

Stupeň vytížení

$$a_{veA} = \frac{I_{eA}}{C_{eA}} = \frac{380}{1200} = \mathbf{0,317} \Rightarrow \mathbf{vyhovuje}$$

Vjezd B

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koef} = 1$$

$$b = 18,73 \text{ m}$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 18,73 = \mathbf{3,727 \text{ s}}$$

$$R_i = 15 \text{ m}$$

$$t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i = 3,6 - 0,0625 \cdot 15 = \mathbf{2,663 \text{ s}}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$I_{k,B} = 285 \text{ pvoz}$$

$$\begin{aligned} C_B &= 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,B}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koef}}{t_f} \cdot e^{\frac{-I_{k,B}}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} = \\ &= 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 285}{1 \cdot 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,663} \cdot e^{\frac{-285}{3600} \left(3,727 - \frac{2,663}{2} - 2,1\right)} = \mathbf{1\,102 \text{ pvoz/h}} \end{aligned}$$

Rezerva kapacity

$$R_B = C_B - I_B = 1102 - 375 = \mathbf{727 \text{ pvoz/h}}$$

Úroveň kvality dopravy a střední doba zdržení

$$\mathbf{\acute{U}KD = A} \quad \mathbf{t_w = 3 \text{ s}}$$

Stupeň vytížení a délka fronty

$$a_{viB} = \frac{I_{iB}}{C_{iB}} = \frac{375}{1102} = \mathbf{0,3403}$$

$$N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{12 \text{ m}}$$

Kapacita výjezdu B

$$t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e = 3,6 - 0,04 \cdot 15 = \mathbf{3 \text{ s}}$$

$$C_{eA} = \frac{3600 \cdot n_{e,koeff}}{t_f} = \frac{3600 \cdot 1}{3} = \mathbf{1\,200\,pvoz/h}$$

Stupeň vytížení

$$a_{veB} = \frac{I_{eB}}{C_{eB}} = \frac{376}{1200} = \mathbf{0,313} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Vjezd C

$$n_k = 1$$

$$n_{i,koeff} = 1$$

$$b = 18,17 \text{ m}$$

$$t_g = 5,6 - 0,1 \cdot b = 5,6 - 0,1 \cdot 18,17 = \mathbf{3,783 \text{ s}}$$

$$R_i = 15 \text{ m}$$

$$t_f = 3,6 - 0,0625 \cdot R_i = 3,6 - 0,0625 \cdot 15 = \mathbf{2,663 \text{ s}}$$

$$\Delta = 2,1 \text{ s}$$

$$I_{k,C} = 13 \text{ pvoz}$$

$$\begin{aligned} C_C &= 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_{k,C}}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \frac{n_{i,koeff}}{t_f} \cdot e^{\frac{-I_{k,C}}{3600} \cdot \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)} = \\ &= 3600 \cdot \left(1 - \frac{2,1 \cdot 13}{1 \cdot 3600}\right)^1 \cdot \frac{1}{2,663} \cdot e^{\frac{-13}{3600} \cdot \left(3,783 - \frac{2,663}{2} - 2,1\right)} = \mathbf{1\,340\,pvoz/h} \end{aligned}$$

Rezerva kapacity

$$R_C = C_C - I_C = 1340 - 727 = \mathbf{613\,pvoz/h}$$

Úroveň kvality dopravy a střední doba zdržení

$$\mathbf{\acute{U}KD = A \quad t_w = 6 \text{ s}}$$

Stupeň vytížení a délka fronty

$$a_{vic} = \frac{I_{ic}}{C_{ic}} = \frac{727}{1340} = \mathbf{0,5425}$$

$$N_{95\%} \Rightarrow \mathbf{22\ m}$$

Kapacita výjezdu C

$$t_f = 3,6 - 0,04 \cdot R_e = 3,6 - 0,04 \cdot 15 = \mathbf{3\ s}$$

$$C_{ec} = \frac{3600 \cdot n_{e,koe f}}{t_f} = \frac{3600 \cdot 1}{3} = \mathbf{1\ 200\ pvoz/h}$$

Stupeň vytížení

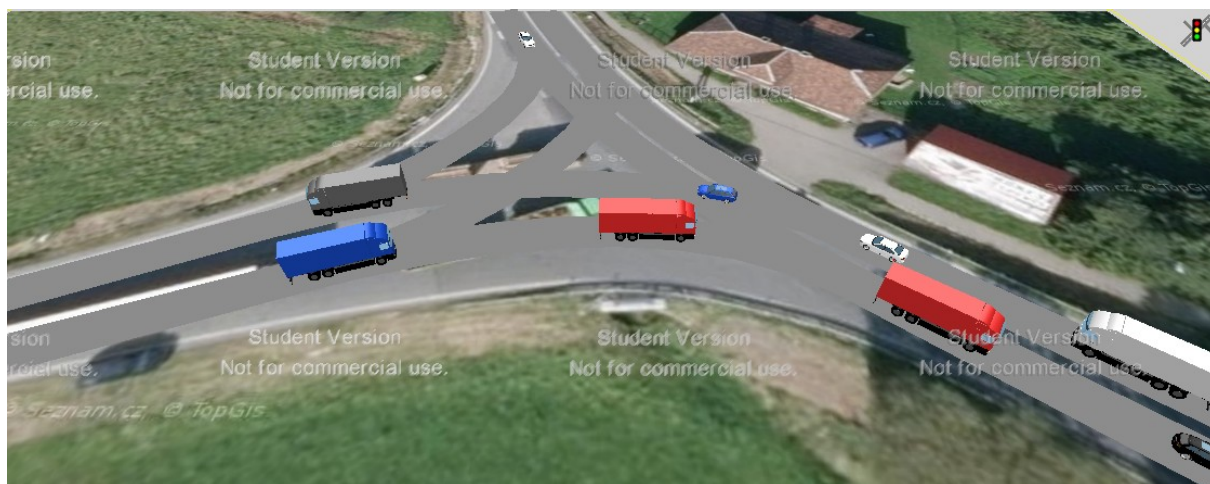
$$a_{vec} = \frac{I_{ec}}{C_{ec}} = \frac{647}{1200} = \mathbf{0,539} \Rightarrow \mathbf{vyhovuje}$$

8.4 Zhodnocení výsledků

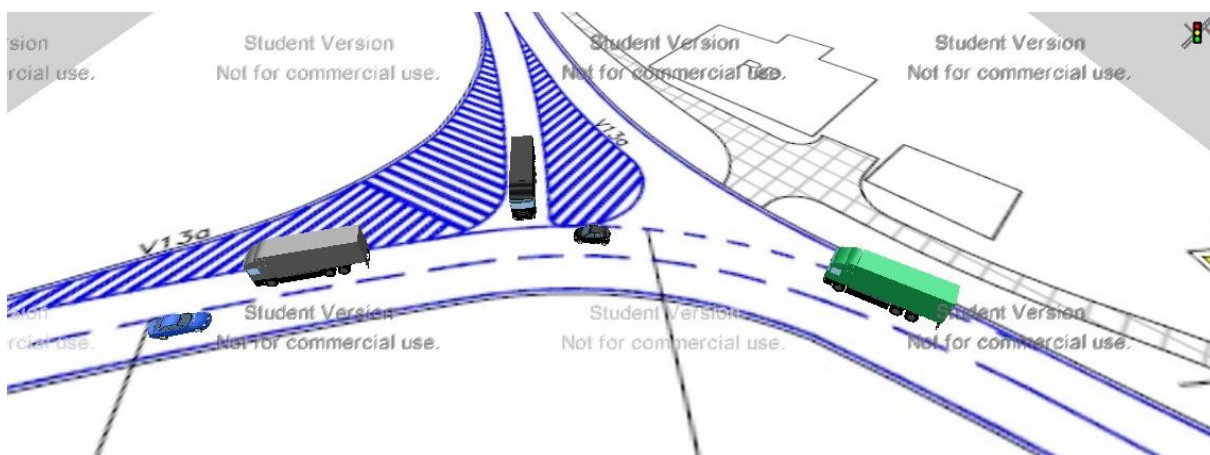
Tento typ jednopruhov $\acute{\text{e}}$ tříramenn $\acute{\text{e}}$ okružní křižovatky vyhov $\acute{\text{e}}$ l dle TP 234 na všech vjezdech i výjezdech a úroveň kvality dopravy je typu A.

9. Simulace v programu PTV VISSIM

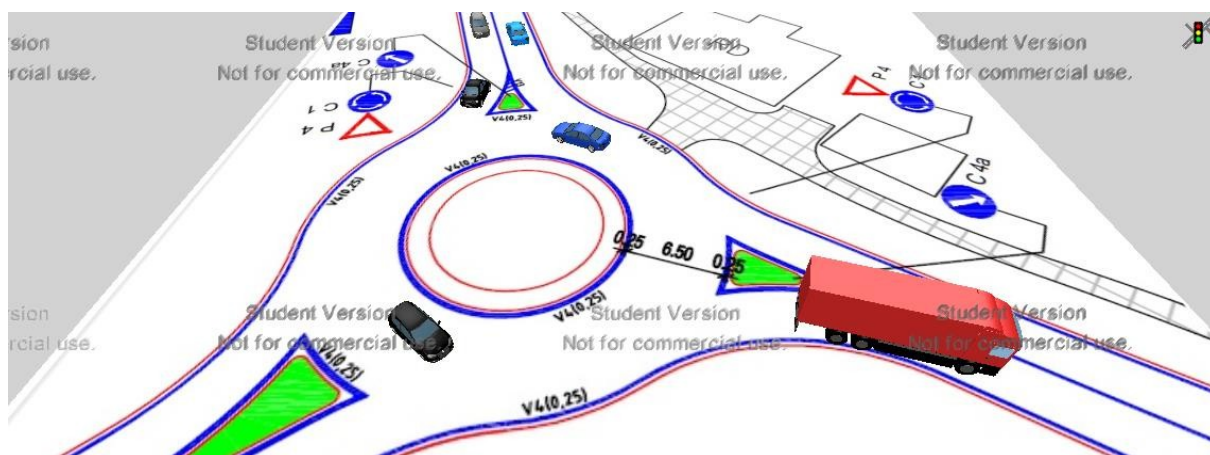
V programu PTV VISSIM jsem vytvořil simulaci křižovatky silnic I/11 a I/68 v Neborech. Prvně jsem provedl simulaci současného stavu. Simulaci výhledového stavu pro rok 2035 jsem neprováděl z důvodu, že tato simulace je pouze orientační. Pro přesnější simulování bychom museli provést podrobnější dopravní průzkum. Dále jsem simuloval dvě navrhovaná řešení, tedy křižovatku se zalomenou předností v jízdě a tříramennou okružní křižovatku. Na obrázcích můžete vidět snímky z vytvořených simulací ve 3D zobrazení. Kompletní simulace jsou na přiloženém CD.



Obr.20: Stávající stav křižovatky



Obr.21: Návrh č.1 Zalomená přednost v jízdě



Obr.22: Návrh č.2 Okružní křižovatka

10. Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat bezpečnost provozu a vhodnost současného uspořádání na křižovatce silnic I/11 a I/68 v Neborech. Dále navrhnout nová řešení, která by zlepšila bezpečnost a plynulost provozu.

Na úplném začátku jsem pořídil videozáznam v běžný pracovní den od 7:00 do 9:00. Tento záznam jsem využil k vyhodnocení videoanalýzy konfliktních situací a především k zjištění intenzit dopravy.

Dále dopravně – inženýrský průzkum, po kterém následovalo kapacitní posouzení dle TP188 současného stavu i výhledového stavu pro rok 2035. Po vyhodnocení jsem navrhoval dvě nová řešení této křižovatky.

První řešení se týká pouze změny dopravního značení a zavedení zalomené přednosti. Pro toto řešení jsem provedl kapacitní posouzení a výsledky byly přijatelnější než současný stav.

Druhé řešení se už týká stavebních úprav a jedná se o přestavbu na jednopruhovou tříramennou okružní křižovatku. Zde jsem provedl posouzení dle TP 234 a okružní křižovatka vyhověla na všech vjezdech i výjezdech.

Na závěr jsem provedl simulace v programu PTV VISSIM současného stavu i dvou nových řešení.

Z výsledků kapacitních posouzení, získaných dat, vytvořených simulací a skutečnosti, že do října 2017 má být zhotoven obchvat, který odkloní většinu nákladní dopravy od této křižovatky, bych za lepší návrh zvolil přestavbu na tříramennou okružní křižovatku. Jedná se sice o nákladnější řešení, ale vyřešilo by všechny problémy, které jsem zmiňoval. Díky snížení počtů kolizních bodů by došlo k zvýšení bezpečnosti a plynulosti provozu na křižovatce. Výsledný návrh jsem posoudil a vyhověl v programu AutoTurn.

11. Seznam použité literatury

- [1] *Mapy.cz [online]. Copyright © 1996-2015 [citace 2015-12-01].*

Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=18.6135516&y=49.6799763&z=18>

- [2] *Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-[cit. 2015-12-09].*

Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Silnice_I/11

- [3] *Jednotná dopravní vektorová mapa [online]. © 2006- [cit. 2015-12-09].*

Dostupné z: <http://maps.jdvm.cz/cdv2/apps/nehodyvmape/Search.aspx>

- [4] FOLPRECHT, Jan a Vladislav KŘIVDA. *Organizace řízení dopravy I.* 1.vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita, 2006, 105 s., [50] s. příl. ISBN 80-248-1030-1.

- [5] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek: TP 188.* 1. Vydání Mariánské Lázně: Koura publishing, 2007, 61 s. ISBN 978-80-902527-6-9.

- [6] KŘIVDA, Vladislav a Václav ŠKVAIN. *Městské komunikace a křižovatky. Městské komunikace a křižovatky [online]. 2011-2013 [cit. 2015-12-10]. Dostupné z: <http://kds.vsb.cz/mkk/>*

- [7] BARTOŠ, Luděk, Aleš RICHTER, Jan MARTOLOS a Martin HÁLA. *Prognóza intenzit automobilové dopravy: TP 225.* 2. Vydání Plzeň: EDIP, 2012, 26 s. ISBN 978-80-87394-07-6.

- [8] BARTOŠ, Luděk. *Posuzování kapacity okružních křižovatek*. TP 234. 1.vydání
Liberec. EDIP, 2011, 54 s. ISBN 978-80-87394-02-1.

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval mému vedoucímu bakalářské práce Ing. Ivanovi Fenclovi, Ph.D. za odborné rady a ochotu vše konzultovat během zpracovávání této práce. Také bych chtěl poděkovat doc. Ing. Vladislavovi Křivdovi, Ph.D. za věcné připomínky. V neposlední řadě děkuji celé své rodině za podporu během studia.

Seznam výkresů

1. Situace stávajícího stavu	M 1:700
2. Zalomená přednost – Návrh č.1	M 1:700
3. Okružní křižovatka – Návrh č.2	M 1:500
4. Návrh č.1 – Vlečné křivky	M 1:700
5. Návrh č.2 - Vlečné křivky ze směru Třinec	M 1:500
6. Návrh č.2 - Vlečné křivky ze směru Hnojník	M 1:500
7. Návrh č.2 - Vlečné křivky ze směru Č. Těšín	M 1:500
8. Stávající stav – Rozhledové trojúhelníky	M 1:700
9. Návrh č.1 – Rozhledové trojúhelníky	M 1:700